

Fizika

1
kurs

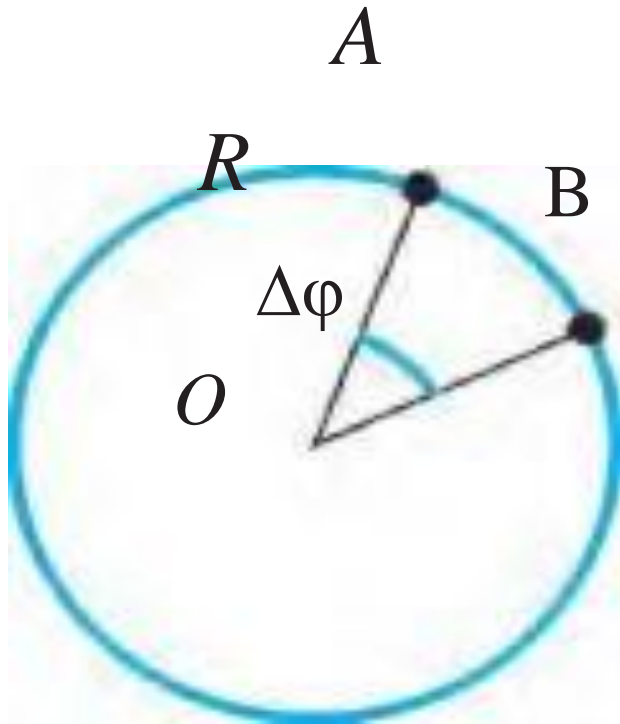
MAVZU: Aylanma harakat dinamikasiga doir masala yechish

O'qituvchi:

“TIQXMMI” MTU FIZIKA va KIMYO KAFEDRASI

fizika fani o'qituvchisi O'rinbayev Sharofiddin Maksudovich

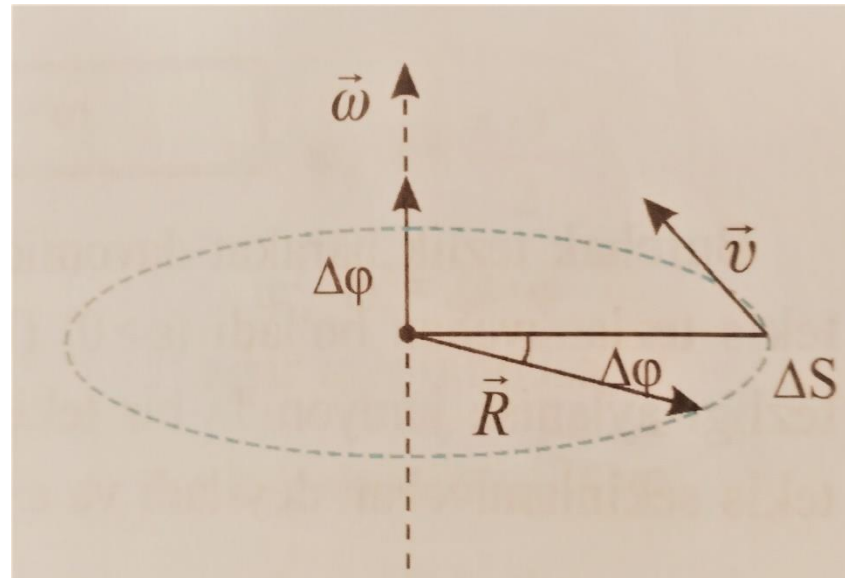
Aylana bo'ylab tekis harakat



$$v = \frac{\overbrace{S_{AB}}}{t}$$

$$\omega = \frac{\Delta\varphi}{\Delta t}$$

Burchak tezlik ham, chiziqli tezlik kabi vektor kattalik hisoblanadi. Uning yoʻnalishi oʻng vint (parma) qoidasiga binoan aniqlanadi. Bunda oʻng vint kallagining aylanish yoʻnalishi moddiy nuqta aylanishi bilan mos kelsa, uning uchining yoʻnalishi burchak tezlik vektori yoʻnalishi bilan mos tushadi.

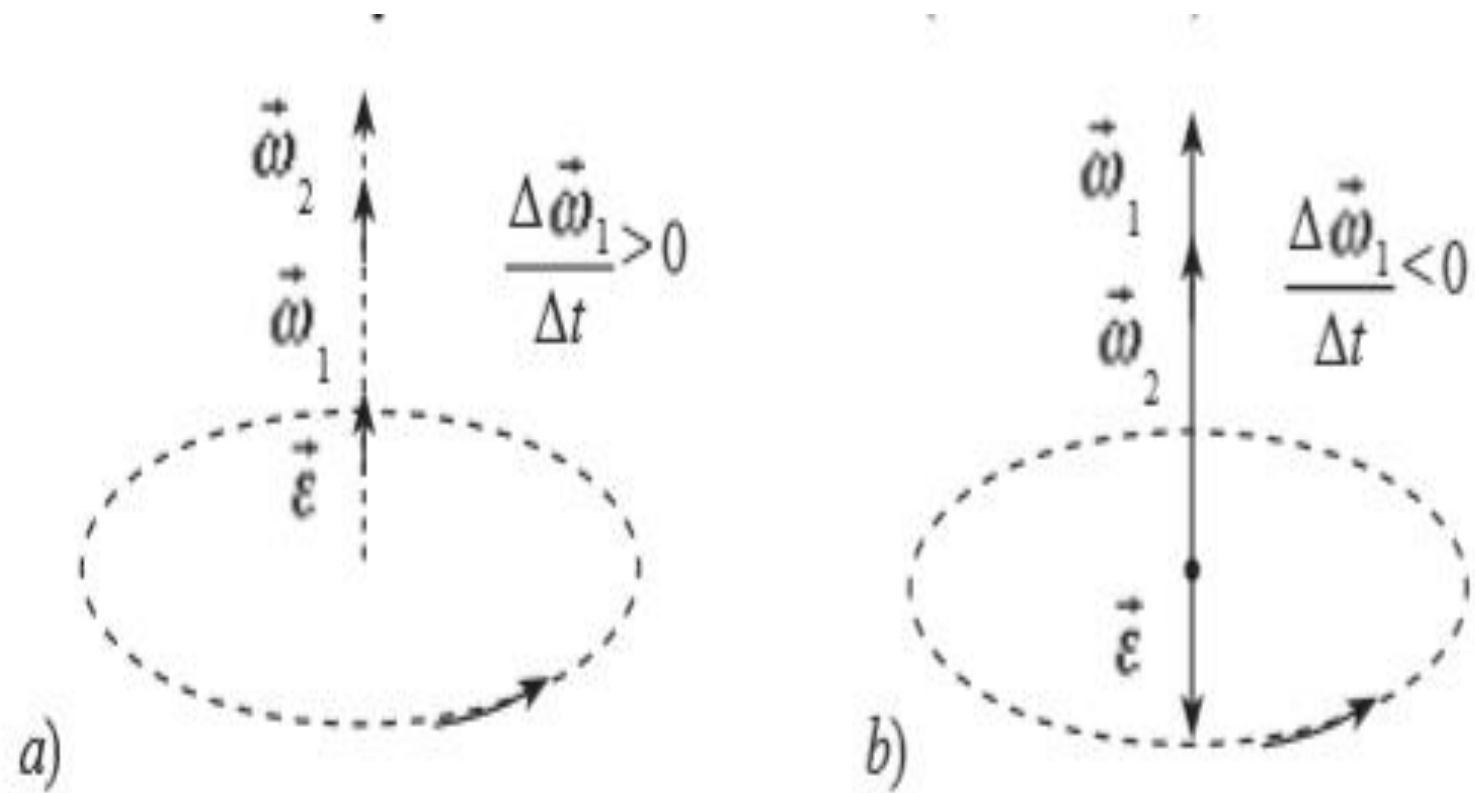


Aylana bo'ylab notekis harakat

Aylana bo'ylab harakatlanayotgan jismning burchak tezligi vaqt davomida o'zgarib turadigan harakat *o'zgaruvchan aylanma harakat* deyiladi.

Burchak tezlik o'zgarishining shu o'zgarish uchun ketgan vaqtga nisbati bilan o'lchanadigan kattalikka *burchak tezlanish* deyiladi.

$$\varepsilon = \frac{\Delta\omega}{\Delta t} = \frac{\omega - \omega_0}{\Delta t} \quad \text{birligi} \quad 1 \frac{\text{rad}}{\text{s}^2}$$
$$\omega = \omega_0 + \varepsilon \cdot \Delta t$$



1.4-rasm.

Aylanma harakatda moddiy nuqtaning chiziqli tezligining son qiymati o'zgaradigan hollar ham uchraydi. Bunday paytda moddiy nuqtaning chiziqli tezligi o'zgarishi bilan bog'liq tezlanish vujudga keladi. Bu tezlanish tezlikning son qiymati o'zgarishi tufayli hosil bo'lganligidan, uning yo'nalishi tezlik yo'nalishi bilan mos tushadi. Shunga ko'ra uni urinma, ya'ni *tangensial tezlanish* deb ataymiz va uning ifodasi quyidagicha bo'ladi:

$$\vec{a}_\tau = \frac{\Delta \vec{v}}{t}$$

Umumiy tezlanish

Shunday qilib, aylanma harakatlanayotgan moddiy nuqtaning chiziqli tezligi ham o'zgarsa, uning umumiy tezlanishi

$$\vec{a} = \vec{a}_\tau + \vec{a}_n \text{ yoki } a = \sqrt{a_\tau^2 + a_n^2}$$

Ifoda orqali aniqlanadi. Bu yerda: $a_\tau = \varepsilon R$

Masala (13-bet 4-savol)

G'ildirak tekis sekinlanuvchan harakat qilib, 1 min davomida chastotasini 300 1/min dan 180 1/min gacha kamaytirdi. G'ildirakning burchak tezlanishini va shu davrdagi to'la aylanishlar sonini toping.

Berilgan:

$$\nu_0 = 300 \frac{1}{\text{min}} = 5 \text{ Hz}$$

$$\nu = 180 \frac{1}{\text{min}} = 3 \text{ Hz}$$

$$t = 1 \text{ min} = 60 \text{ s}$$

Topish kerak: ε —? N —?

Formula:

$$\varepsilon = \frac{\omega - \omega_0}{t}$$

$$\omega = 2\pi\nu \text{ dan}$$

$$\omega_0 = 2\pi\nu_0$$

$$\varepsilon = \frac{2\pi\nu - 2\pi\nu_0}{t} = \frac{2\pi}{t} \cdot (\nu - \nu_0)$$

$$N = \nu_{o'rt} \cdot t, \quad \nu_{o'rt} = \frac{\nu_0 + \nu}{2}$$

Yechish:

$$\varepsilon = \frac{2\pi}{60 \text{ s}} \cdot (3 \text{ Hz} - 5 \text{ Hz}) \approx -0,21 \text{ rad/s}^2$$

$$N = \frac{3 \text{ Hz} + 5 \text{ Hz}}{2} \cdot 60 \text{ s} = 240 \text{ ta}$$

Javob: $\varepsilon \approx -0,21 \text{ rad/s}^2$, $N = 240 \text{ ta}$

F kuchning biror aylanish o'qiga nisbatan momenti M quyidagi formula bilan ifodalanadi:

$$M = F \cdot l$$

bunda l – aylanish o'qidan kuch yo'nalgan to'g'ri chiziqqacha bo'lgan masofa.

Moddiy nuqtaning biror aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti deb

$$J = mr^2$$

kattalikka aytiladi, bunda m – moddiy nuqtaning massasi va r – nuqtaning o'qdan uzoqligi.

Qattiq jismning o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti quyidagicha bo'ladi:

$$J = \int r^2 dm,$$

bunda integral jismning butun hajmi bo'yicha olinadi. Integrallab, quyidagi formulalarni olish mumkin:

1) yaxlit silindrning (diskning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{2} m R^2,$$

bunda R silindrning radiusi va m – uning massasi;

2) ichki radiusi R_1 va tashqi radiusi R_2 bo'lgan kovak silindrning (gardishning) o'z o'qiga nisbatan inersiya momenti

$$J = m \frac{R_1^2 + R_2^2}{2}$$

yupqa devorli kovak silindr uchun $R_1 \cong R_2 = R$ bo'lganligi uchun

$$J \cong mR^2$$

3) R radiusli bir jinsli sharning o'z markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{2}{5}mR^2;$$

4) l uzunlikdagi bir jinsli sterjenning o'rtasidan tik ravishda o'tgan o'qqa nisbatan inersiya momenti

$$J = \frac{1}{12}ml^2$$

Agar biror jismning o'z og'irlik markazidan o'tuvchi o'qqa nisbatan inersiya momenti J_o ma'lum bo'lsa, u holda jismning shu o'qqa parallel bo'lgan ixtiyoriy o'qqa nisbatan inersiya momenti J quyidagi Shteyner formulasidan topilishi mumkin:

$$J = J_o + md^2$$

Bunda m - jismning massasi va d - jism og'irlik markazidan aylanish o'qigacha bo'lgan masofa.

Aylanma harakat dinamikasi asosiy qonunining tenglamasi quyidagicha ifodalaniladi.

$$Mdt = d(J\omega),$$

Bunda M - inersiya momenti J ga teng bo'lgan jismga qo'yilgan kuch momenti; ω - jism aylanma harakatining burchak tezligi. Agar $J = \text{const}$ bo'lsa, u holda

$$M = J \frac{d\omega}{dt} = J\varepsilon$$

bunda ε - aylantiruvchi kuch momenti M ning ta'sirida jismning olgan burchak tezlanishi.

Aylanma harakat qilayotgan jismning kinetik energiyasi

$$W_k = \frac{J\omega^2}{2}$$

bunda J - jismning inersiya momenti va ω - uning burchak tezligi.

Ilgarilanma harakat dinamikasining tenglamalari jadvalda taqqoslangan.

Ilgarilanma harakat	Aylanma harakat
Nyutonning ikkinchi qonuni	
$F \cdot \Delta t = m\Delta v = m\Delta v$ yoki $F = m \cdot a$ Harakat miqdori saqlanish qonuni $\Sigma mv = const$	$M \cdot \Delta t = J\omega_2 - J\omega_1$ yoki $M = J\varepsilon$ Harakat miqdori momentining saqlanish qonuni $\Sigma J\omega = const$
Ish va kinetik energiya	
$A = F \cdot S = \frac{mv_2^2}{2} - \frac{mv_1^2}{2}$	$A = M \cdot \varphi = \frac{J\omega_2^2}{2} - \frac{J\omega_1^2}{2}$

Fizik mayatnikning kichik tebranishlar davri

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{J}{md \cdot g}}$$

Bunda J- mayatnikning aylanish o'qiga nisbatan inertsia momenti, m- mayatnik massasi, d- aylanish o'qidan og'irlik markazigacha bo'lgan masofa, g- og'irlik kuchining tezlanishi.

3.1. Yer sharining o'z aylanish o'qiga nisbatan inersiya momenti va harakat miqdori momenti topilsin.

3.2. Radiuslari $r_1=r_2=5\text{sm}$ bo'lgan ikkita shar og'irligi sharlarning o'g'irligiga nisbatan juda kichik bo'lgan sterjen uchiga maxkamlangan. Sharlar markazlari orasidagi masofa $R=0,5$ m. Har bir sharning massasini $m=1$ kg. 1)Sterjenning o'rtasidan uzunligiga tik ravishda o'tgan o'qqa

nisbatan bu sistemaning J_1 inertsiya momenti; 2) sharlarni massalar markazlarida mujassamlashgan moddiy nuqtalar deb o'sha o'qqa nisbatan bu sistemaning J_2 inersiya momenti; 3) J_1 kattalikni J_2 bilan almashtirib bu sistemaning inersiya momentini hisoblashda yo'l qo'yilgan $\delta = \frac{J_1 - J_2}{J_2}$ nisbiy

xatolik topilsin.

3.3. $R = 0,2$ m radiusli bir jinsli diskning gardishiga urunma ravishda $F = 98,1 N$ o'zgarmas kuch ta'sir qiladi. Aylanma harakat qilayotgan diskka $M_{\text{ishq}} = 0,49$ Nm ishqalanish kuchining momenti tasir qiladi. Agar disk o'zgarmas $\varepsilon = 100 \text{ rad/sek}^2$ burchak tezlanish bilan aylanayotgan bo'lsa, diskning P og'irligi topilsin.

3.4. 1m uzunlikdagi va 0,5 kG og'irlikdagi bir jinsli sterjen vertikal tekislikda o'z o'rtasidan o'tgan gorizontaal o'q atrofida aylanmoqda. Agar aylantiruvchi moment $9,81 \cdot 10^{-2}$ Nm ga teng bo'lsa, sterjen qanday burchak tezlanish bilan aylanadi?

3.5. $R = 0,2$ m radiusli $P = 5$ kG og'irlikdagi disk o'z og'irlik markazidan o'tgan o'q atrofida aylanmoqda. Disk aylanish burchak tezligining vaqtiga bog'lanishi $\omega = A + Bt$ tenglama orqali berildan, bunda $B = 8 \text{ rad/sek}^2$. Disk gardishiga qo'yilgan urunma kuchning kattaligi topilsin. Ishqalanish nazarda olinmasin.

3.6. Inersiya momenti $J = 63,6 \text{ kg} \cdot \text{m}^2$ teng bo'lgan maxovik $\omega = 3,14$ rad/sek o'zgarmas burchak tezlik bilan aylanmoqda. Maxovik tormozlovchi moment ta'sirida $t = 20$ sek dan keyin to'xtasa tormozlovchi M moment topilsin.